

Отзыв

на автореферат диссертации Галимзянова Марата Назиповича «Волны давления в жидкости с парогазовыми пузырьками и задачи акустической устойчивости», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Одним из важнейших условий ускорения технологического развития нашей страны является глубокое и научно-обоснованное понимание физических процессов, имеющих существенное значение для ведущих отраслей промышленности. Широкое применение в нефтегазовой отрасли, химической промышленности и теплоэнергетике многофазных парогазожидкостных смесей обуславливает актуальность темы диссертационной работы Галимзянова М.Н. «Волны давления в жидкости с парогазовыми пузырьками и задачи акустической устойчивости». Волновые процессы в таких средах могут приводить как к разрушительным последствиям, приводящим к аварийным ситуациям, так и использоваться для достижения различных целей: от мониторинга состояния газожидкостных систем до целенаправленного усиления волн давления для дистанционного разрушения различных объектов.

На основе уравнений динамики пузырьковых жидкостей автором получено дисперсионное уравнение для моделирования распространения акустических волн в исследуемой среде, а также уравнения для равновесной скорости звука, равновесного радиуса пузырька и критического объемного содержания. На основе данных соотношений проведена серия численных расчетов, направленных на определение зависимости коэффициента затухания от частоты возмущений. Хорошее согласование расчетных и экспериментальных данных позволяет сделать вывод об адекватности полученных автором математических моделей. Большое внимание в работе уделено выявлению и анализу взаимозависимостей различных параметров среды друг на друга, что позволяет глубже понять физику процесса распространения волн в пузырьковой жидкости.

Автором исследуется воздействие гармонических волн на границу раздела между однофазной и пузырьковой жидкостью при «прямом» и «косом» падении. Получены соотношения для коэффициентов преломления и отражения в случаях воздействия волны как со стороны однофазной, так и со стороны пузырьковой жидкости. Выявлены случаи, когда волна не проникает через границу раздела, благодаря чему созданный пузырьковый слой в жидкости может рассматриваться как акустический барьер, который можно создавать для решения многих практических задач.

Отдельным классом задач, рассмотренных автором, является распространение волн давления в заполненной водой цилиндрической трубе при наличии пузырькового кластера сферической или цилиндрической формы. Валидация математической модели и численных методов, с помощью которых решаются данные задачи, осуществлялась на основе сопоставления результатов расчета и экспериментальных данных. Анализируя представленные в автореферате графики, можно отметить, что наличие пузырькового кластера с определенными параметрами способно многократно усилить амплитуду начальной волны давления. Данный кумулятивный эффект

также может быть использован на практике. Автором построены карты зон реализации максимального давления, которые позволяют подобрать оптимальные параметры пузырькового кластера для реализации максимального давления внутри расчетной области.

К автореферату имеются следующие замечания:

1. На основании рисунка 2 (слева) трудно судить о согласовании расчетных и экспериментальных данных, поскольку экспериментальные данные представлены в очень ограниченных диапазонах.
2. Возможность использования модели линейно сжимаемой жидкости при взаимодействии волн в однофазной жидкости с пузырьковой средой требует дополнительного обоснования. Также не приводится оценка влияния диссипативности математической модели на результаты расчетов, хотя из графиков, представленных на рисунке 11, можно сделать вывод, что при расчете осцилляции давления демпфируются значительно сильнее, чем в эксперименте.
3. Для ряда графиков, представленных в автореферате, требуются дополнительные пояснения, без которых их трудно воспринимать и анализировать. Например, на рисунке 6 отсутствуют пояснения, каким температурам соответствуют кривые 1, 2 и 3, нет информации, какие данные представлены сплошной линией, а какие пунктирной.

Данные замечания не являются существенными. Диссертация М.Н. Галимзянова производит положительное впечатление как законченное научное исследование, цели которого были успешно достигнуты. Полученные результаты характеризуются новизной и значимостью для теории и практики.

На основании вышесказанного считаю, что диссертация «Волны давления в жидкости с парогазовыми пузырьками и задачи акустической устойчивости» по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы,

соответствует критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 (ред. от 30.07.2014 г.), а автор диссертации Галимзянов Марат Назипович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация А.Л. Сухорукова защищена по специальности 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела.

Согласен на обработку моих персональных данных, размещение их и моего отзыва на диссертацию на сайте ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» и в Федеральной информационной системе государственной научной аттестации (ФИС ГНА).

Заместитель начальника отдела,
доктор технических наук



Сухоруков
Андрей Львович

«14» ноября 2024 г.

Подпись А.Л. Сухорукова заверяю.



И.О. начальника отдела кадров



А.С. Филина

«18» ноября 2024 г.

АО «Центральное конструкторское бюро морской техники «Рубин»

191119, Санкт-Петербург, ул. Марата, 90

Тел. (812)494-19-40, e-mail: neptun@ckb-rubin.ru